第47卷 第5期
2024年5月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 47 No. 5
May 2024

公园绿地与城市功能空间耦合协调关系及影响因素分析
——以乌鲁木齐市为例

赵雪纯， 菊春燕

（新疆农业大学公共管理学院（法学院），新疆 乌鲁木齐 830052）

摘 要：公园绿地和城市功能空间是城市空间的组成部分，研究公园绿地与城市功能空间耦合协调关系及其影响因素，对优化公园绿地合理布局，促进城市功能空间协同发展具有重要意义。以乌鲁木齐市中心城区为研究对象，运用核密度分析、标准差椭圆、耦合协调度模型和地理探测器等方法，在分析公园绿地与城市功能空间分布格局的基础之上，进一步探析二者空间的耦合协调关系及其影响因素。结果表明：(1) 公园绿地与城市各功能空间形成了内密外疏、圈层式递减、向西北方向扩展的空间聚集特征。(2) 公园绿地与城市各功能空间的分布重心均与城市中心发生了一定程度的偏离。公园绿地、居住空间、交通运输空间、公共服务空间呈西北—东南方向分布。休闲娱乐空间、商业空间呈东北—西南方向分布。(3) 公园绿地与城市各功能空间耦合协调的主导类型为中度失调型，耦合协调度呈现出“中部高、东西两侧和南北两翼低”的空间分异特征。其中，人口因素、交通条件是影响公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的主要因素，社会经济则是次要因素。

关 键 词：POI数据；公园绿地；城市功能空间；耦合协调；地理探测器

文章编号：1000－6060(2024)05－0898－11(0898～0908)

1933年《雅典宪章》将居住、工作、游憩、交通确定为城市的四大功能。公园绿地是城市游憩功能的空间载体和表现形式，它是指面向社会大众开放的，设有各类游憩与服务设施，同时具有环境保护、景观美化、文化教育以及紧急避难等多元功能的绿化用地[1]。众多学者就公园绿地展开了一系列研究，涵盖了公园绿地的格局[2]、绿地价值[3-4]、功能效应[5]、规划设计[6]、供需水平[7-8]。城市功能空间不仅是城市中各类功能活动的空间载体，也是实现城市内各类要素相互联系、协调发展的重要媒介，它是城市发展和规划中不可或缺的组成部分[9]，其研究主要集中在空间格局演变[10-11]、功能分区[12-13]、空间重构[14]等方面。

关于公园绿地与城市功能空间的协调关系已有相关理论研究[15-16]。在实证研究方面，有部分学者探究了公园绿地与城市功能空间的时空关联特征[17]以及城市功能空间对绿地格局的作用效应[18]，也有学者在功能空间识别的基础上对城市绿地的空间结构进行了评价[19]。此外，以居住、交通等单一类型空间为视角探讨其与公园绿地的相互关系[20-22]研究也逐渐增多。乌鲁木齐市位于西北干旱区，生态环境脆弱，人地关系复杂，目前关于公园绿地和城市功能空间的研究多集中在绿地景观格局[23]、信息提取[24]、可达性[25]、功能空间识别[26]、空间特征[27]、功能空间的环境效应[28]等方面。关于二者协调关系的研究，有学者量化分析了公园绿地对居住空间价格的影响[22]。通过梳理文献发现，现有研究较多关注单一空间与公园绿地的相互关系，对

收稿日期：2023-08-28； **修订日期**：2023-10-23
基金项目：国家自然科学基金项目(41901333)资助
作者简介：赵雪纯(1998-)，女，硕士研究生，主要从事土地资源管理等方面的研究. E-mail: z1093645700@163.com
通讯作者：菊春燕(1980-)，女，博士(后)，副教授，主要从事区域发展与规划等方面的研究. E-mail: jucy@xjau.edu.cn

城市整体功能空间协调性的研究相对较少，导致其协调匹配关系的研究滞后于实践发展。

近年来，乌鲁木齐市致力于积极提升城市的生态环境，公园绿地建设取得了显著效果。然而，随着“南控北扩、东延西进”战略的推进和城市空间进一步向外扩展，乌鲁木齐市公园绿地与城市功能空间关系发生重构，中部老城区公园绿地资源充足，周围新城区公园绿地资源匮乏问题显著，二者空间存在空间错配状况。为此，本文结合POI数据，探究公园绿地与城市功能空间的分布格局及其耦合协调关系，并进一步探析公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的影响因素，以期为提高、优化公园绿地与城市各功能空间的协调发展，实现城市的宜居性以及提升居民福祉提供参考依据。

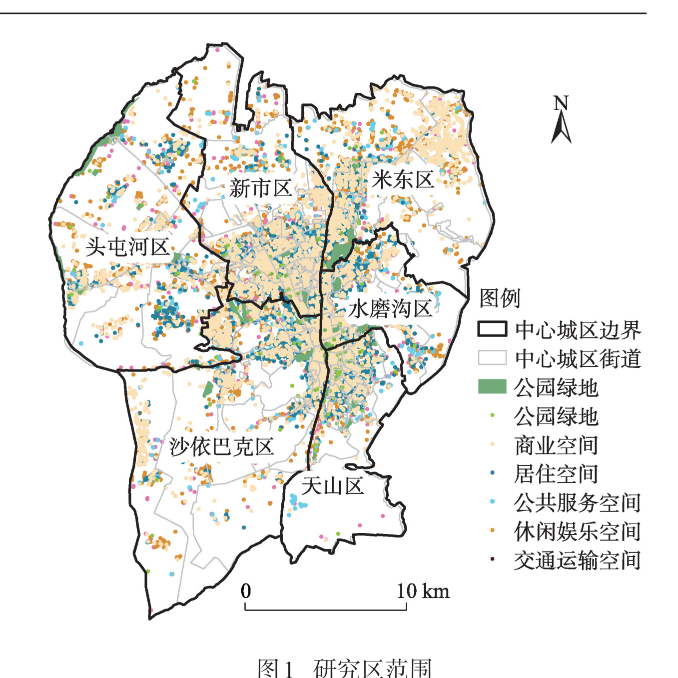


图1　研究区范围

Fig. 1　Scope of the study area

1　数据与方法

1.1　研究区概况

乌鲁木齐市位于天山中段北麓和准噶尔盆地南缘，是新疆维吾尔自治区的首府，也是全疆的政治、经济和文化中心。市区三面环山，平均海拔800 m，属于中温带半干旱大陆性气候。2013年，乌鲁木齐市被评为“国家园林城市”，截至2022年，乌鲁木齐市常住人口408.24×10⁴人，绿地面积3.38×10⁴ hm²，人均公园绿地面积13.17 m²，建成区绿化覆盖率40.4%，建成区绿地率37.2%。本研究选取乌鲁木齐市人口聚集且经济较为发达的中心城区所涉及的6个区域（天山区、沙依巴克区、新市区、水磨沟区、头屯河区、米东区）进行分析（图1）。

1.2　数据来源

公园绿地与城市功能空间POI数据通过高德地图开放平台以及现场调研的方式获取，选取2022年作为研究的时间节点，获得了包含名称、经纬度、地址等信息的数据。参照相关研究对城市功能空间的分类[29]，结合《城市用地分类与规划建设用地标准（GB 50137-2011）》，本研究选取居住、交通运输、公共服务、休闲娱乐、商业5类城市功能空间。其中，公园绿地数据以公园绿地POI数据为主，以土地利用面转点数据（《城市绿地分类标准》（CJJ/T 85-2017）中的G1类型）为辅，通过POI与土地利用数据相结合的方式获取公园绿地点数据（表1）。行政边

表1　公园绿地与城市功能空间数据类型

Tab. 1　Data types of park green spaces and urban functional spaces

一级类	二级类	数量/个
公园绿地	公园绿地兴趣点与用地面转点数据	190
居住空间	住宅小区	4650
交通运输空间	公交车站、停车场、地铁站、火车站、飞机场、长途汽车站等	5493
公共服务空间	医院、银行、学校、体育场馆、政府机构等	7769
休闲娱乐空间	餐饮美食：中国菜、外国菜、小吃快餐、咖啡、蛋糕甜品店、茶座等	68454
	购物消费：购物中心、百货商场、市场、超市、便利店等	
	生活服务：公共厕所、邮局、通讯营业厅、洗衣店、美容美发、报刊亭、中介机构等	
	休闲娱乐：电影院、游乐场、剧院、酒吧、棋牌室、网吧、农家乐、KTV、游戏场所等	
	运动健身：各类球场、健身中心、游泳馆、综合体育馆、户外健身场所等	
商业空间	公司企业、金融机构	10817

界数据来自中国科学院资源环境科学与数据中心（https://www.resdc.cn/）；社会经济数据来源于赵乃卓团队制作的GDP栅格数据集[30]（https://github.com/thestarlab/ChinaGDP）；NPP-VIIRS夜间灯光数据来源于国家地球物理数据中心（http://www.ngdc.noaa.gov/）；人口密度数据来源于Landscan全球人口密度空间分布数据（landscan.ornl.gov/LandScan）；路网数据来源于OpenStreetMap道路开放数据（https://www.openstreetmap.org/）；土地覆被数据由Sentinel-2 Land Cover Explorer 所提供（https://livingatlas.arcgis.com/）；DEM数据来源于地理空间数据云（http://www.gscloud.cn）。

1.3 研究方法

1.3.1 核密度分析 核密度分析是一种通过计算要素在其周围邻域中的密度来反映距离衰减规律的方法，它能够揭示要素的空间分布特征。该方法可以分析公园绿地与城市各功能空间的聚集与分散情况[31]。

1.3.2 标准差椭圆 标准差椭圆是一种用于定量描述地理要素分布特征的空间统计方法，它主要通过度量地理要素的椭圆中心、长轴、短轴和方位角等参数来揭示地理要素空间分布的方向性特征[32]。

1.3.3 耦合协调度模型 耦合协调度模型能够反映系统间的相互作用程度。本研究利用该模型测度公园绿地与城市功能空间2个系统间的耦合协调度。计算公式如下[33]：

$$C=\left[\frac{\prod_{i=1}^{n}U_i}{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}U_i\right)^n}\right]^{\frac{1}{n}}=\sqrt{\frac{U_1U_2}{\left(\frac{U_1+U_2}{2}\right)^2}}=\frac{2\sqrt{U_1U_2}}{U_1+U_2} \quad (1)$$

$$T=\sum_{i=1}^{n}\alpha_i\times U_i,\ \sum_{i=1}^{n}\alpha_i=1 \quad (2)$$

$$D=\sqrt{C\times T} \quad (3)$$

式中：C为耦合度；T为协调指数；D为耦合协调度；n为系统个数；U_1、U_2分别以公园绿地与城市各功能空间的密度进行表征，运用归一化公式将U_1、U_2标准化至[0, 1]之间；α_i为第i个系统的权重，本研究认为公园绿地与城市功能空间2个系统同等重要，故α_i均取0.5。

1.3.4 地理探测器 地理探测器是一种揭示地理空间分异性及其影响因素的统计方法[34]，根据空间异质性来分析自变量与因变量分布格局的一致性，以探测自变量对因变量的解释程度。本研究采用地理探测器定量识别各影响因素的作用程度，采用q统计量来衡量影响因素对结果的解释度，其中q的取值范围在[0, 1]之间，当q值越大时，表示影响因素X对结果的解释力越强；反之，q值越小则表示解释力越弱。

2 结果与分析

2.1 公园绿地与城市功能空间聚集特征

从核密度分布图（图2）来看，乌鲁木齐市中心城区公园绿地与城市功能空间以城区中心为密度高值点，向城区外围呈圈层式递减，形成了内密外疏的空间分布特征。其中，公园绿地表现为孤立单核的分布态势，其高密度核心分布在新民路、扬子江路和二道桥街道附近，依托自然地形条件，拥有诸如红山公园、人民公园等自然生态载体。居住空间、交通运输空间、公共服务空间呈面状整体向西北方向布局，在新民路、新华北路、解放北路、解放南路、青年路、长江路附近形成了一处高密度聚集主核心，在高新街、二宫、北京路街道附近形成了一处较高密度聚集次核心。其中，居住空间由于土地开发强度以及利用效率等因素，多分布于南部老城区。交通运输空间以便利居民日常出行为导向，与居住空间的布局存在一定的关联性，因而存在高度重叠区域。由于城市发展规划，公共服务空间也大多分布于政府机构、教育设施、医疗场所等行政办公场所相对集中的南部老城区。休闲娱乐空间在南湖南路、新华北路、新华南路、青年路、扬子江路街道附近形成了南北向延伸的轴带状高密度聚集中心，在高新街、二宫、卡子湾街道附近形成了两处微小的点状次高密度聚集中心。商业空间的聚集效应较强，在新华北路、青年路街道附近形成了一处高密度点状聚集中心，在二宫、卡子湾街道形成了两处次高密度聚集中心。这是由于南部老城区高密度的人口布局以及旺盛的消费需求在很大程度上推动了商业以及休闲娱乐功能空间的发展。

2.2 公园绿地与城市功能空间方向分布特征

利用标准差椭圆方法，从中心趋势、轴向趋势、扩展趋势3个方面分析乌鲁木齐市中心城区公园绿

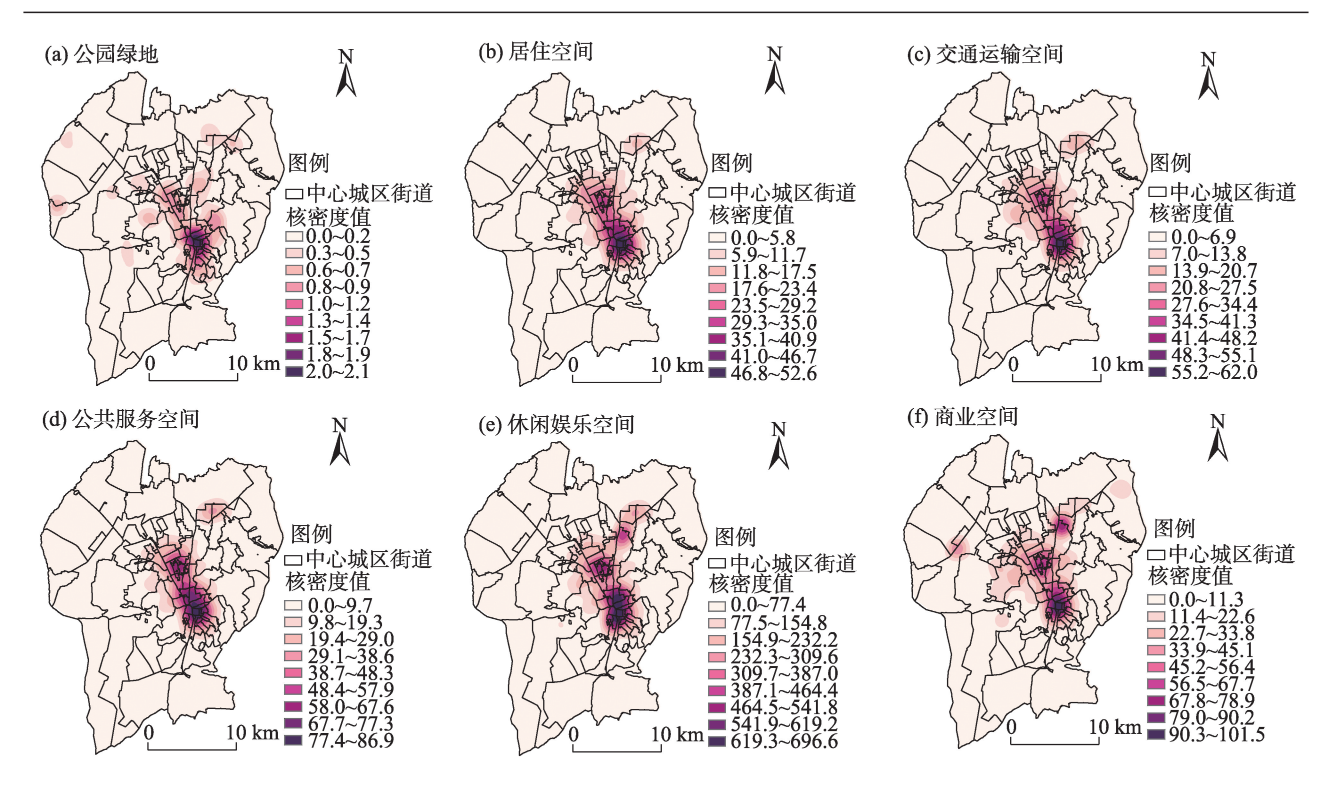


图2　公园绿地与城市功能空间核密度分布

Fig. 2　Kernel density distributions of park green spaces and urban functional spaces

地与城市各功能空间的方向分布特征(图3)。从中心趋势来看:公园绿地与城市各功能空间的空间分布重心均与城市中心(87°55′55″E,43°83′32″N)发生了一定程度的偏离。具体来看,公园绿地的分布重心偏向于城市中心的西北方向,各类城市功能空间的分布重心均偏向于城市中心的东北方向。从偏离距离来看,公园绿地与城市各功能空间偏离程度依次为:居住空间>休闲娱乐空间>公园绿地>公共服务空间>交通运输空间>商业空间。其中,偏移程度最大的是居住空间,为3.293 km;最小的是商业空间,为2.245 km。表明商业空间相对其他城市功能空间分布较为均衡,与城市中心的匹配程度较好。

运用标准差椭圆方法,进一步得到公园绿地与城市各功能空间标准差椭圆的基础数据(表2)。从轴向趋势来看:公园绿地与城市各功能空间标准差椭圆的长轴与短轴比值均大于1,商业空间的长轴与短轴比值最大,为1.500,集聚趋势显著,空间向心力较强。休闲娱乐空间长轴与短轴比值则最小,为1.153,分布均衡,离散程度较大。其中,公园绿地、居住空间、交通运输空间、公共服务空间的分布轴线整体呈西北—东南方向延伸;休闲娱乐空间、商业空间的分布轴线则整体呈东北—西南方向延伸。从扩展趋势来看:标准差椭圆的覆盖范围从大到小依次为:公园绿地>商业空间>交通运输空间>休闲娱乐空间>公共服务空间>居住空间,其中公园绿地的离散分布趋势较强,整体布局外向性、均衡性特征较为突出。

2.3　公园绿地与城市功能空间耦合协调关系分析

运用耦合协调度模型测算出街道尺度下公园绿地与城市各功能空间的耦合协调度,参考相关文献[35]将耦合协调度(D)划分为5个等级:良好协调($1.00 \geqslant D > 0.80$)、中级协调($0.80 \geqslant D > 0.60$)、初级协调($0.60 \geqslant D > 0.40$)、濒临失调($0.40 \geqslant D > 0.20$)、中度失调($0.20 \geqslant D > 0.00$)。由乌鲁木齐市中心城区公园绿地与城市各功能空间耦合协调街道数量占比统计图(图4)可知,公园绿地与城市各功能空间耦合协调的主导类型为中度失调型。其中,良好协调街道数量占比分别为:11.11%(居住)、9.88%(交通运输、公共服务)、8.64%(休闲娱乐、商业);中级协调街道数量占比分别为:18.52%(公共服务、休闲娱乐)、17.28%(居住)、14.81%(商业)、13.58%(交通运输);初级协调街道数量占比分别为:19.75%(交通运输)、17.28%(休闲娱乐、商业)、13.58%(公共服务、居住);濒临失调街道数量占比分别为:30.86%(商

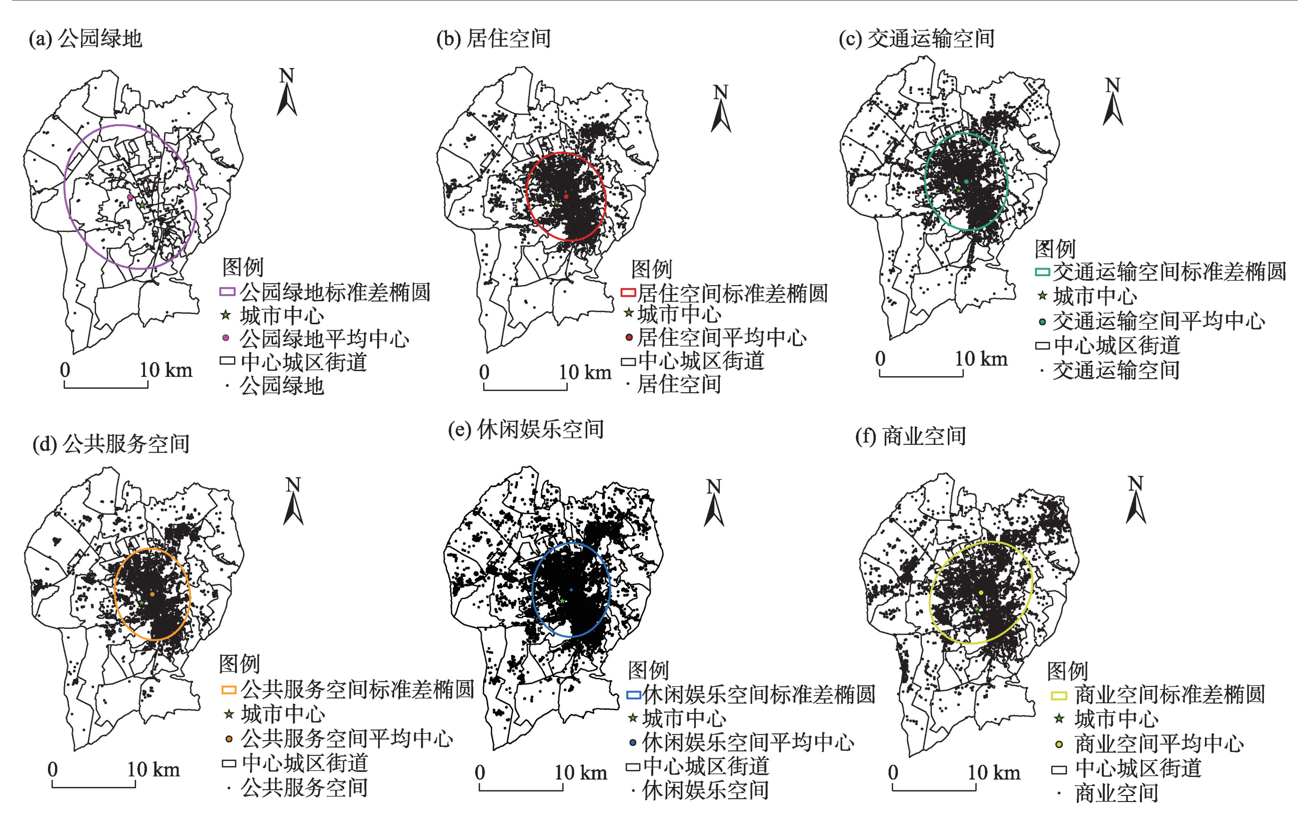


图3 公园绿地与城市功能空间标准差椭圆

Fig. 3 Standard deviation ellipse of park green spaces and urban functional spaces

表2 公园绿地与城市功能空间标准差椭圆基础数据

Tab. 2 Standard deviation ellipse basis data of park green spaces and urban functional spaces

城市功能空间	经度/°E	纬度/°N	长轴/km	短轴/km	转角/(°)	面积/km²	周长/km
公园绿地	87.525	43.847	0.168	0.127	106.242	595.413	86.500
居住空间	87.580	43.843	0.099	0.078	103.084	216.872	52.204
交通运输空间	87.575	43.849	0.104	0.087	98.568	254.213	56.520
公共服务空间	87.583	43.847	0.095	0.082	102.431	219.083	52.470
休闲娱乐空间	87.578	43.853	0.098	0.085	85.412	232.631	54.068
商业空间	87.567	43.862	0.132	0.088	74.483	325.515	63.957

业)、27.16%(居住、交通运输、公共服务)、24.69%(休闲娱乐);中度失调街道数量占比分别为:30.86%(居住、休闲娱乐、公共服务)、29.63%(交通运输)、28.40%(商业)。由此可知,公园绿地与居住空间良好协调街道数量占比最大,耦合协调情况较好。

运用ArcGIS软件对耦合协调度等级进行空间可视化,得到公园绿地与城市各功能空间耦合协调度空间分异图(图5)。由图5可知,乌鲁木齐市中心城区公园绿地与城市各功能空间耦合协调度表现为"中部高、四周低"的空间布局态势,其中耦合协调度高值主要指向于交通区位优势明显、核心功能区集聚、公共基础资源发展较为成熟的城市中心区域;耦合协调度低值主要指向于远离城区中心的外缘地带。

为进一步探究公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的空间分异特征,结合耦合协调度空间分异图,运用趋势面分析方法对公园绿地与城市各功能空间耦合协调度进行趋势分析(图6)。由图6可知,公园绿地与城市各功能空间耦合协调度趋势线在东西方向上变化较为陡峭,在南北方向上变化相对平稳,说明耦合协调度在东西方向上空间分异较为剧烈,南北方向上空间异质性相对较小。具体而言:东西方向上,耦合协调度表现为"中间高、东西两翼低"的空间态势。其中,东部耦合协调度始终

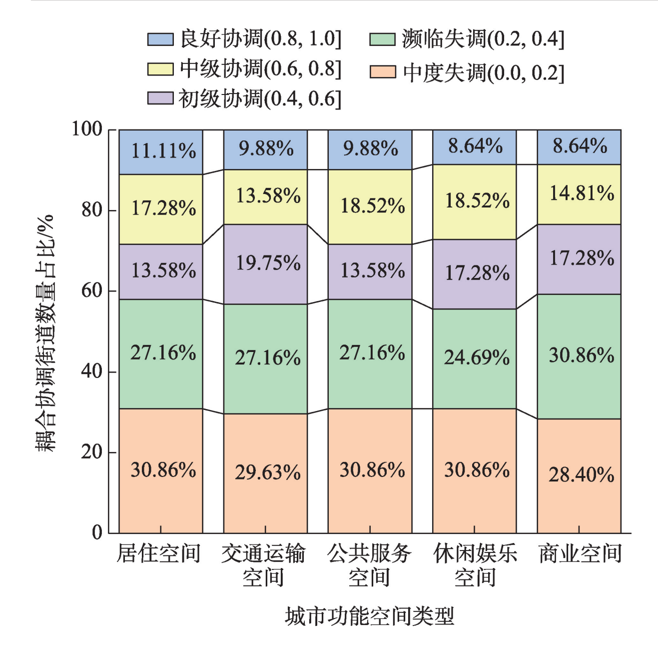


图4 公园绿地与城市功能空间耦合协调街道数量占比

Fig. 4 Proportion of street numbers in the coupling coordination between park green spaces and urban functional spaces

高于西部，是由于东部为老城区，经济相对发达，优质资源丰富、基础设施完善，相对平坦的地形带来的较高的人口规模，同时高成熟度的区域建设同样促进了公园绿地的配套需求；南北方向上，耦合协调度呈现“中间高、南北两翼低”的布局态势，其中南北两翼耦合协调度分异程度较为趋同。

2.4 公园绿地与城市功能空间耦合协调度影响因素

公园绿地与城市各功能空间的协调发展是社会经济、人口分布、交通条件、自然地理环境、土地开发强度因素共同作用的结果。结合乌鲁木齐市中心城区发展状况以及公园绿地与城市各功能空间的性质，本文选取GDP(X_1)、夜光指数(X_2)、人口密度(X_3)、路网密度(X_4)、土地开发强度(X_5)、地形起伏度(X_6)、DEM(X_7)7个指标作为公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的影响因素。采用自然间断点分级法对主要影响因素分9级并进行离散化处理，运用地理探测器测算主要影响因素对公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的解释力(表3)。由表3可知，各影响因素均通过1%的显著性水平检验，且不同影响因素对公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的解释力存在明显差异。

人口密度(X_3)和路网密度(X_4)对公园绿地与城市各功能空间的解释力最强，q值均超过0.700。人

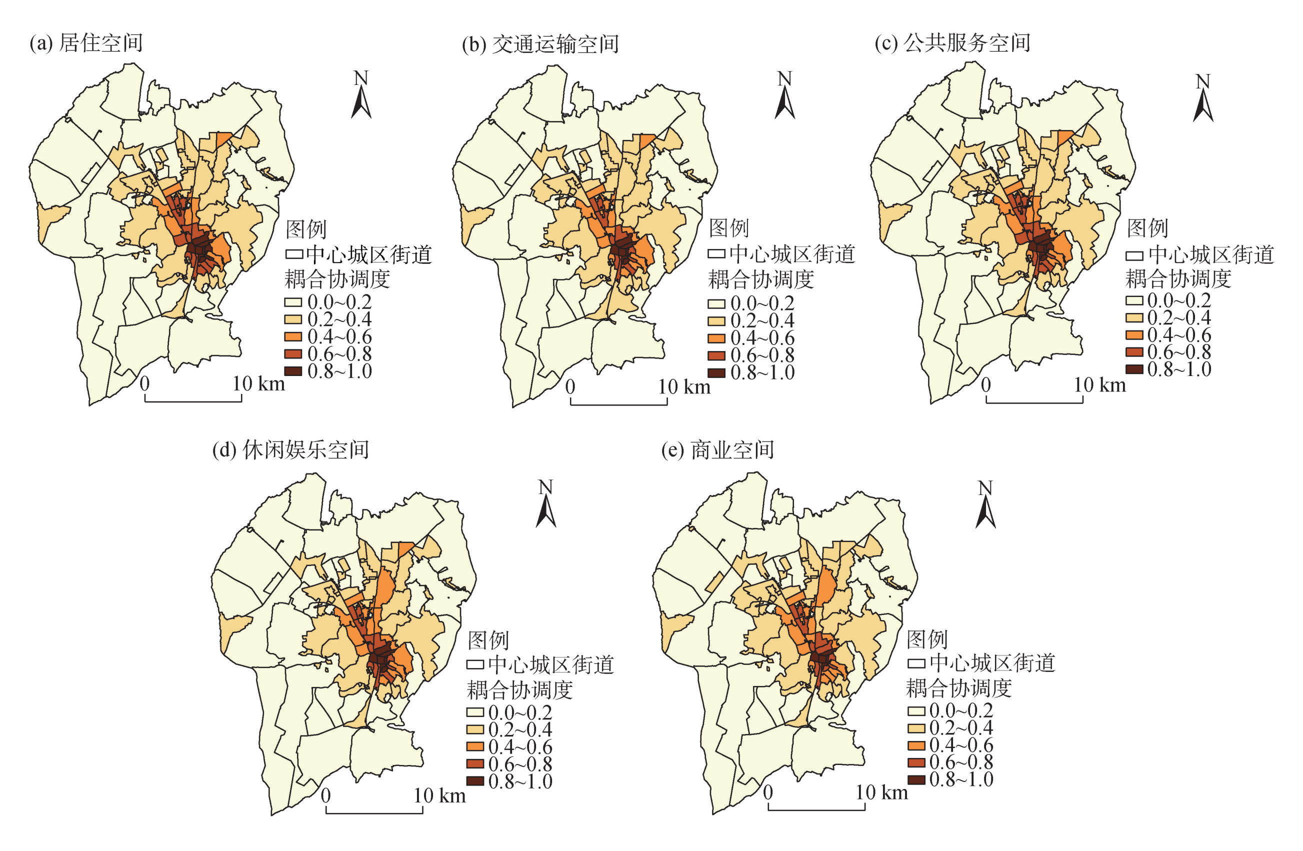


图5 公园绿地与城市功能空间耦合协调度空间分异

Fig. 5 Spatial differentiation of coupling coordination degree between park green spaces and urban functional spaces

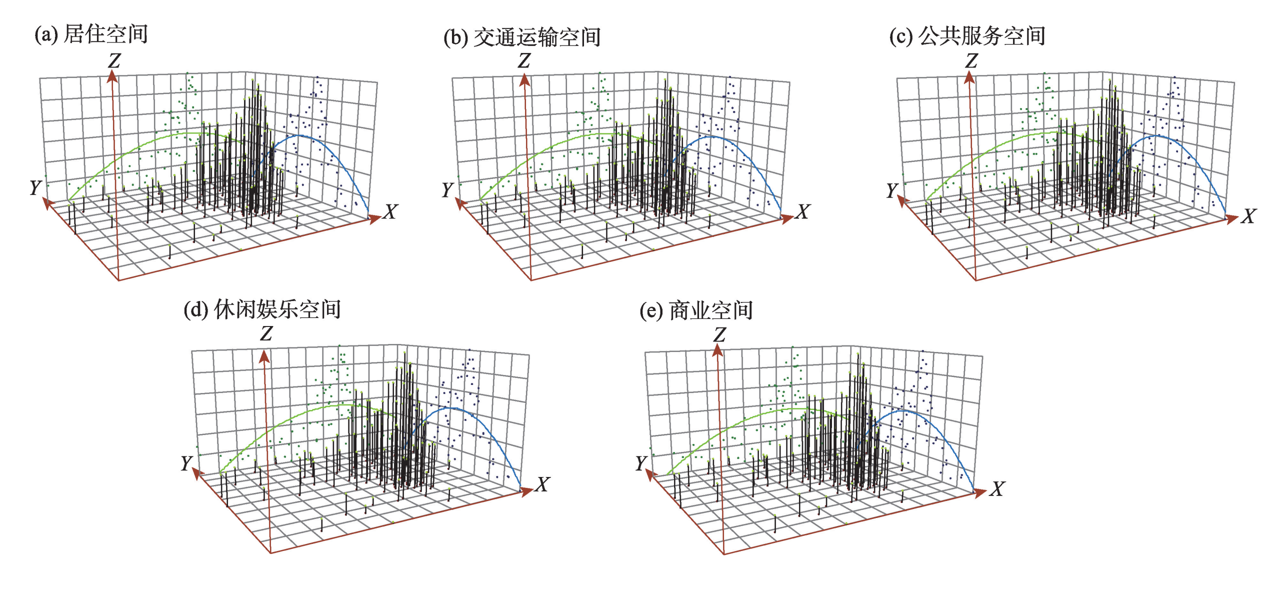


图6 公园绿地与城市功能空间耦合协调度趋势面

Fig. 6 Trend surface of coupling coordination degree between park green spaces and urban functional spaces

表3 公园绿地与城市功能空间耦合协调度地理探测结果

Tab. 3 Geographical detection results of the coupling coordination degree between park green spaces and urban functional spaces

城市功能空间	GDP(X_1)	夜光指数(X_2)	人口密度(X_3)	路网密度(X_4)	土地开发强度(X_5)	地形起伏度(X_6)	DEM(X_7)
居住空间	0.652	0.631	0.754	0.754	0.544	0.224	0.442
交通运输空间	0.651	0.636	0.749	0.766	0.554	0.236	0.430
公共服务空间	0.649	0.641	0.747	0.768	0.545	0.237	0.430
休闲娱乐空间	0.661	0.648	0.746	0.777	0.576	0.244	0.420
商业空间	0.645	0.642	0.717	0.765	0.574	0.248	0.416

注:各项指标的因子探测q值均在0.01的水平上显著。GDP为国内生产总值;DEM为数字高程模型。

口是决定城市功能空间要素布局的社会基础因素，乌鲁木齐市中心城区的人口密度呈现出典型的“中间高、四周低”的布局特征，这和公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的空间分异形态基本一致。高密度的人口集聚对公园绿地、道路交通、公共服务、商业、休闲娱乐等城市功能空间的需求较大，对公园绿地与城市功能空间协同布局的诱导效应也相对较强。交通路网是连接公园绿地以及城市不同功能空间的关键通道，优越的交通通达度能够便利居民到达各类城市空间。

GDP(X_1)和夜光指数(X_2)对公园绿地与城市各功能空间的解释力较强，q值均超过0.600。GDP和夜间灯光影像是反映区域经济发展情况的重要指标，城区中心街道地处城市核心区域，通常具备丰富的设施建设资金，并担负着展示城市“门面”的重要职责，成为投资者青睐的热点地区，因而能够有效支撑公园绿地与城市功能空间的建设与供给。

土地开发强度(X_5)的q值均超过0.540，相较于其他影响因素来说解释力较弱。土地开发强度的提高在一定程度上会增加商业、居住、交通运输、休闲娱乐等城市功能用地的需求，从而促进功能空间的开发。而公园绿地具有生态保护、居民健康、文化传承等特定的功能和服务属性，其价值和效益在很大程度上是多方面综合考量的结果，因而不适宜进行高强度的开发建设，也难以直接创造经济效益。

地形起伏度(X_6)的q值均不超过0.250，DEM(X_7)的q值均不超过0.450。这2个因素和其他影响因素相比解释力最弱。公园绿地与城市功能空间大多布局在地形起伏度较小，地势较为平坦的城区中心区域，然而乌鲁木齐市南部地形相对狭窄，地形起伏较大，北部则是广阔的冲积平原地带，地形相对平坦，因此受自然地理环境因素影响较小。

3 讨论

本研究发现公园绿地与城市各功能空间呈现出“中心-外围”的聚集特征，且具有明显的空间指

向性，这与其他学者的研究结果较为一致[25-26]。相较于以往多以单一类型空间为视角探讨公园绿地与城市功能空间的关系研究相比[20-21]，本研究结合POI数据，运用核密度分析、标准差椭圆、耦合协调度模型在探讨乌鲁木齐市中心城区公园绿地与城市各功能空间分布格局的基础之上，又进一步探讨了二者空间的耦合协调关系及其影响因素，进一步丰富了城市整体功能空间协调性方面的研究。通过研究发现，二者空间的耦合协调以中度失调型为主导类型，并且呈现出“中部高、四周低”的空间分异特征。这与乌鲁木齐市行政区划、人口分布、自然环境以及城市发展规划有关，乌鲁木齐市南部老城区发展较早，形成了典型的单中心集聚态势，因此聚集了较多的城市功能空间。与既有研究[17-18]不同的是，本研究以街道为研究尺度，进一步细化了研究单元，同时在探讨公园绿地与城市各功能空间耦合协调关系的基础上，又进一步分析了其耦合协调度的影响因素，为城市功能空间的布局及其协调关系的研究扩展了新的研究尺度与方向。

4　结论与展望

4.1　结论

（1）公园绿地与城市各功能空间的聚集状况呈现出由城区中心向外围区域圈层式递减的特征，但其空间形态特征存在一定差异。公园绿地呈现出单一的高密度聚集中心，城市各功能空间则呈现出一个高密度聚集中心和多个次高密度聚集中心并存的态势。高密度聚集中心多分布在新民路、青年路、长江路附近；次高密度聚集中心多分布在二宫、高新街街道附近。

（2）公园绿地与城市各功能空间的分布重心均与城市中心出现了一定程度的偏离，二者空间存在一定错位情况。公园绿地、居住空间、交通运输空间、公共服务空间呈“西北—东南”方向分布，休闲娱乐空间、商业空间呈“东北—西南”方向分布。其中，公园绿地相较于城市各功能空间分布更加分散且均衡。

（3）公园绿地与城市各功能空间的耦合协调度以中度失调型为主导类型，在空间上呈现出由城区中部地区依次向东西两侧和南北两翼边缘性区域递减的趋势。耦合协调度高值区主要分布于交通状况、资源禀赋、城市功能均较好的东南部老城区，耦合协调度低值区主要分布于远离城区中心的外缘地带。

（4）社会经济、人口分布、交通条件、自然地理环境、土地开发强度较为显著地影响了公园绿地与城市各功能空间的耦合协调度。其中，人口密度、交通条件对公园绿地与城市各功能空间耦合协调度的解释力最强，是主要影响因素；社会经济因素对其解释力较强，是次要影响因素。

4.2　展望

鉴于POI数据在历时性及尺度性等方面存在一定的局限性，因此本研究仅从时间静态的视角对公园绿地与城市各功能空间的耦合协调关系及其影响因素展开了探讨，并未展开时间动态维度上的研究，这也是未来研究可进一步完善的方向。

在影响因素的研究中发现，人口分布和交通条件是公园绿地与城市各功能空间的主导因素，因此在乌鲁木齐市未来的规划建设中，对于人口较为聚集的天山区、沙依巴克区等中部老城区，在优化和提升现有功能空间以及公园绿地的基础之上，见缝插绿，将公园绿地与周边功能空间进行整合开发，加强绿地与居住、商业、休闲、公共服务等用地之间的功能互补，进一步提高二者空间的复合效用；其次，对于人口较为分散的新市区、经济开发区等外围新城区，结合人口规模以及交通布局，在充分利用乌鲁木齐市当地的自然资源、民俗文化的基础上，通过建设城市微绿地、口袋公园、城市绿道等方式配建尺度多元、形式多样的公园绿地；此外，还应秉承“优化为主、新开为辅”的原则，完善乌鲁木齐市旧城区和外围新城区之间、公园绿地以及城市各功能空间之间的路网建设，加快城区中心道路系统建设，强化对外围区域的辐射能力，从而提高居民到访各类空间的可达性。

参考文献（References）

[1]　陈阳, 张琳琳, 马仁锋, 等. 城市绿色空间可达性与居民分布的空间匹配与影响因素[J]. 生态学报, 2022, 42(24): 9971-9980. [Chen Yang, Zhang Linlin, Ma Renfeng, et al. Spatial match between urban residents’ distribution and green space accessibility and its driving force[J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(24): 9971-9980.]

[2]　张彪, 徐洁, 谢高地, 等. 2000—2010年北京城市绿色空间格局

动态分析[J]. 生态科学, 2016, 35(6): 24−33. [Zhang Biao, Xu Jie, Xie Gaodi, et al. Analysis on the pattern changes of urban green space in Beijing from 2000 to 2010[J]. Ecological Science, 2016, 35(6): 24−33.]

[3] 成超男, 胡杨, 赵鸣. 城市绿色空间格局时空演变及其生态系统服务评价的研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2020, 39(10): 1770−1782. [Cheng Chaonan, Hu Yang, Zhao Ming. Progress and prospect of the spatiotemporal change and ecosystem services evaluation of urban green space pattern[J]. Progress in Geography, 2020, 39(10): 1770−1782.]

[4] James P, Tzoulas K, Adams M D, et al. Towards an integrated understanding of green space in the European built environment[J]. Urban Forestry and Urban Greening, 2009, 8(2): 65−75.

[5] 李锋, 王如松. 城市绿色空间生态服务功能研究进展[J]. 应用生态学报, 2004, 15(3): 527−531. [Li Feng, Wang Rusong. Research advance in ecosystem service of urban green space[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(3): 527−531.]

[6] Garcia D A. Green areas management and bioengineering techniques for improving urban ecological sustainability[J]. Sustainable Cities and Society, 2017, 30: 108−117.

[7] 木皓可, 高宇, 王子尧, 等. 供需平衡视角下城市公园绿地服务水平与公平性评价研究——基于大数据的实证分析[J]. 城市发展研究, 2019, 26(11): 10−15. [Mu Haoke, Gao Yu, Wang Ziyao, et al. Equity evaluation of park green space service level from the perspective of supply and demand balance: An empirical analysis based on big data[J]. Urban Development Studies, 2019, 26(11): 10−15.]

[8] 赵志远, 丁逸尘, 杨喜平, 等. 基于手机定位数据的西宁市老年人公园绿地可达性预测[J]. 干旱区地理, 2023, 46(10): 1744−1756. [Zhao Zhiyuan, Ding Yichen, Yang Xiping, et al. Prediction of the accessibility of park and green space for the elderly in Xining City based on mobile phone location data[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(10): 1744−1756.]

[9] 隋洪鑫, 杨秀, 徐姗, 等. 城市功能空间更新研究进展与新时期重点方向[J]. 热带地理, 2020, 40(6): 1150−1160. [Sui Hongxin, Yang Xiu, Xu Shan, et al. Progress and hot research on urban functional space renewal in the new era[J]. Tropical Geography, 2020, 40(6): 1150−1160.]

[10] 马燕坤. 城市群功能空间分工形成的演化模型与实证分析[J]. 经济管理, 2016, 38(12): 31−46. [Ma Yankun. The evolvement model and empirical analysis of the functional spatial division of urban agglomeration[J]. Business and Management Journal, 2016, 38(12): 31−46.]

[11] Duranton G, Puga D. From sectoral to functional urban specialisation[J]. Journal of Urban Economics, 2005, 57(2): 343−370.

[12] 金贵, 邓祥征, 张倩, 等. 武汉城市圈国土空间综合功能分区[J]. 地理研究, 2017, 36(3): 541−552. [Jin Gui, Deng Xiangzheng, Zhang Qian, et al. Comprehensive function zoning of national land space for Wuhan Metropolitan Region[J]. Geographical Research, 2017, 36(3): 541−552.]

[13] 康雨豪, 王玥瑶, 夏竹君, 等. 利用POI数据的武汉城市功能区划分与识别[J]. 测绘地理信息, 2018, 43(1): 81−85. [Kang Yuhao, Wang Yueyao, Xia Zhujun, et al. Identification and classification of Wuhan urban districts based on POI[J]. Journal of Geomatics, 2018, 43(1): 81−85.]

[14] 王勇, 李广斌. 苏南乡村聚落功能三次转型及其空间形态重构——以苏州为例[J]. 城市规划, 2011, 35(7): 54−60. [Wang Yong, Li Guangbin. Functional transformation and spatial restructuring of rural settlements in southern Jiangsu: A case study of Suzhou[J]. City Planning Review, 2011, 35(7): 54−60.]

[15] 刘滨谊, 贺炜, 刘颂. 基于绿地与城市空间耦合理论的城市绿地空间评价与规划研究[J]. 中国园林, 2012, 28(5): 42−46. [Liu Binyi, He Wei, Liu Song. Study of the evaluation and planning of urban green space based on the coupling theory of green space and city space[J]. Chinese Landscape Architecture, 2012, 28(5): 42−46.]

[16] 黄槟铭, 李方正, 李雄. 耦合空间规划体系的区域绿地规划思路[J]. 规划师, 2020, 36(2): 5−11. [Huang Bingming, Li Fangzheng, Li Xiong. Regional green space planning that fits national land use and spatial plan system[J]. Planners, 2020, 36(2): 5−11.]

[17] 伍萱, 邵大伟, 吴殿鸣. 南京公园绿地与城市功能空间的时空关联特征——基于Ripley's K函数与POI数据[J]. 中国园林, 2023, 39(5): 92−97. [Wu Xuan, Shao Dawei, Wu Dianming. Spatiotemporal correlation characteristics between park green space and urban functional space in Nanjing: Based on Ripley's K function and POI data[J]. Chinese Landscape Architecture, 2023, 39(5): 92−97.]

[18] 邵大伟, 吴殿鸣. 城市功能空间对绿地格局作用效应的地理探测——以南京为例[J]. 中国园林, 2021, 37(9): 31−35. [Shao Dawei, Wu Dianming. Geographical detection of the effect of urban functional space on green space pattern: A case study of Nanjing[J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(9): 31−35.]

[19] 姜佳怡, 戴菲, 章俊华. 基于POI数据的上海城市功能区识别与绿地空间评价[J]. 中国园林, 2019, 35(10): 113−118. [Jiang Jiayi, Dai Fei, Zhang Junhua. Urban functional zone recognition and green space evaluation of Shanghai based on POI data[J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 35(10): 113−118.]

[20] 邵大伟, 殷文彧, 吴殿鸣. 基于街区空间的公园绿地−道路−居住用地分布关系研究——以南京为例[J]. 现代城市研究, 2021(12): 116−124. [Shao Dawei, Yin Wenyu, Wu Dianming. Research on the distribution relationship of park green space-road-residential land in the block space: A case study of Nanjing[J]. Modern Urban Research, 2021(12): 116−124.]

[21] 邵大伟, 吴殿鸣, 刘志强. 绿地与居住用地演进的空间相关性研究——以南京主城区为例[J]. 中国园林, 2017, 33(12): 64−69. [Shao Dawei, Wu Dianming, Liu Zhiqiang. Spatial correlation of green space and residential land evolution in the central city of Nanjing[J]. Chinese Landscape Architecture, 2017, 33(12): 64−

69.]

[22] 刘雅轩, 陈彤. 基于POI数据的乌鲁木齐市城市公园绿地对周边住宅价格的影响研究[J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(11): 36-43. [Liu Yaxuan, Chen Tong. Impact of urban park green space on the price of peripheral housing in Urumqi[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2020, 34(11): 36-43.]

[23] 雷一鸣, 陈曦, 杨辽, 等. 基于Worldview-2的乌鲁木齐城区绿地空间格局分析[J]. 干旱区研究, 2015, 32(6): 1233-1239. [Lei Yiming, Chen Xi, Yang Liao, et al. Analysis of green space landscape pattern in Urumqi based on Worldview-2[J]. Arid Zone Research, 2015, 32(6): 1233-1239.]

[24] 蒲智, 刘萍, 杨辽, 等. 面向对象技术在城市绿地信息提取中的应用[J]. 福建林业科技, 2006, 33(1): 40-44. [Pu Zhi, Liu Ping, Yang Liao, et al. Study on extraction of urban green space using object-oriented classification method[J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2006, 33(1): 40-44.]

[25] 刘韬, 杨德刚, 张豫芳, 等. 城市公园绿地可达性时空变化及影响因素——以乌鲁木齐市为例[J]. 中国科学院大学学报, 2021, 38(3): 350-359. [Liu Tao, Yang Degang, Zhang Yufang, et al. Spatial-temporal change and influence factors of park green space accessibility in arid area: Taking Urumqi as an example[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2021, 38(3): 350-359.]

[26] 王庆, 王承武. 大数据视角下的城市"三生"空间识别及分布特征研究——以乌鲁木齐市中心城区为例[J]. 资源开发与市场, 2022, 38(2): 142-147. [Wang Qing, Wang Chengwu. Research on spatial identification and distribution characteristics of "production-living-ecological" in cities from the perspective of big data: A case study of Urumqi City[J]. Resource Development Market, 2022, 38(2): 142-147.]

[27] 陈洪星, 杨德刚, 徐红涛, 等. 基于POI的住宿业时空格局演化及与旅游景点的空间关联研究[J]. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1382-1390. [Chen Hongxing, Yang Degang, Xu Hongtao, et al. Spatial and temporal evolution of the accommodation industry and spatial association with tourist spots based on POI[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(5): 1382-1390.]

[28] 李吉玫, 张毓涛. 乌鲁木齐不同功能区林带土壤重金属污染特征分析[J]. 生态环境学报, 2019, 28(9): 1859-1866. [Li Jimei, Zhang Yutao. Characteristics of heavy-metal pollution in forest belt soil of different functional zones in Urumqi, Xinjiang[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2019, 28(9): 1859-1866.]

[29] 谷岩岩, 焦利民, 董婷, 等. 基于多源数据的城市功能区识别及相互作用分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2018, 43(7): 1113-1121. [Gu Yanyan, Jiao Limin, Dong Ting, et al. Spatial distribution and interaction analysis of urban functional areas based on multi-source data[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2018, 43(7): 1113-1121.]

[30] Zhao N Z, Liu Y, Cao G F, et al. Forecasting China's GDP at the pixel level using nighttime lights time series and population images [J]. GIScience and Remote Sensing, 2017, 54(3): 407-425.

[31] 张珣, 钟耳顺, 张小虎, 等. 2004—2008年北京城区商业网点空间分布与集聚特征[J]. 地理科学进展, 2013, 32(8): 1207-1215. [Zhang Xun, Zhong Ershun, Zhang Xiaohu, et al. Spatial distribution and clustering of commercial network in Beijing during 2004—2008[J]. Progress in Geography, 2013, 32(8): 1207-1215.]

[32] 张烈琴, 陆亦农, 龙震, 等. 新疆文化旅游空间分布格局[J]. 干旱区地理, 2023, 46(5): 823-833. [Zhang Lieqin, Lu Yi'nong, Long Zhen, et al. Spatial distribution pattern of cultural tourism in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(5): 823-833.]

[33] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810. [Wang Shujia, Kong Wei, Ren Liang, et al. Research on misuses and modification of coupling coordination degree model in China[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 793-810.]

[34] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134.]

[35] 邢忠, 朱嘉伊. 基于耦合协调发展理论的绿地公平绩效评估[J]. 城市规划, 2017, 41(11): 89-96. [Xing Zhong, Zhu Jiayi. Evaluation on fair performance of urban green space based on coupling model of coordinated development theory[J]. City Planning Review, 2017, 41(11): 89-96.]

Coupling coordination relationship between park green spaces and urban functional spaces and its influencing factors: A case of Urumqi City

ZHAO Xuechun, JU Chunyan
(Faculty of Public Administration (Faculty of Law), Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China)

Abstract: The study of the coupled coordination relationship between park green spaces and urban functional spaces, along with its influencing factors, is crucial for optimizing the layout of park green spaces and enhancing the synergistic development of urban functional spaces. This research focuses on the central urban area of Urumqi City, Xinjiang, China, employing kernel density analysis, standard deviation ellipse, coupling coordination degree model, and Geodetector. It aims to analyze the distribution patterns of park green spaces and urban functional spaces and investigate their coupling and coordination relationship and influencing factors. The findings reveal that: (1) Parks and urban functional spaces exhibit a spatial aggregation characteristic that is dense at the center and sparse at the edges, diminishing in concentric circles and expanding toward the northwest. (2) The distribution centers of parks and urban functional spaces have shifted away from the city center, with parks, residential, transportation, and public service spaces aligning in the northwest-southeast direction, while leisure and commercial spaces align in the northeast-southwest direction. (3) The predominant coupling and coordination type between park green spaces and various urban functional spaces is moderate dissonance, with the degree of coupling and coordination displaying spatial differentiation characterized by higher levels in the center and lower levels in the eastern, western side, and extremities of the north-south axis. Demographic factors and transportation conditions are identified as primary influences on the degree of coupling and coordination between parks and urban functional spaces, with socio-economic factors playing a secondary role.
Key words: POI data; park green space; urban functional space; coupling coordination; geodetector